

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

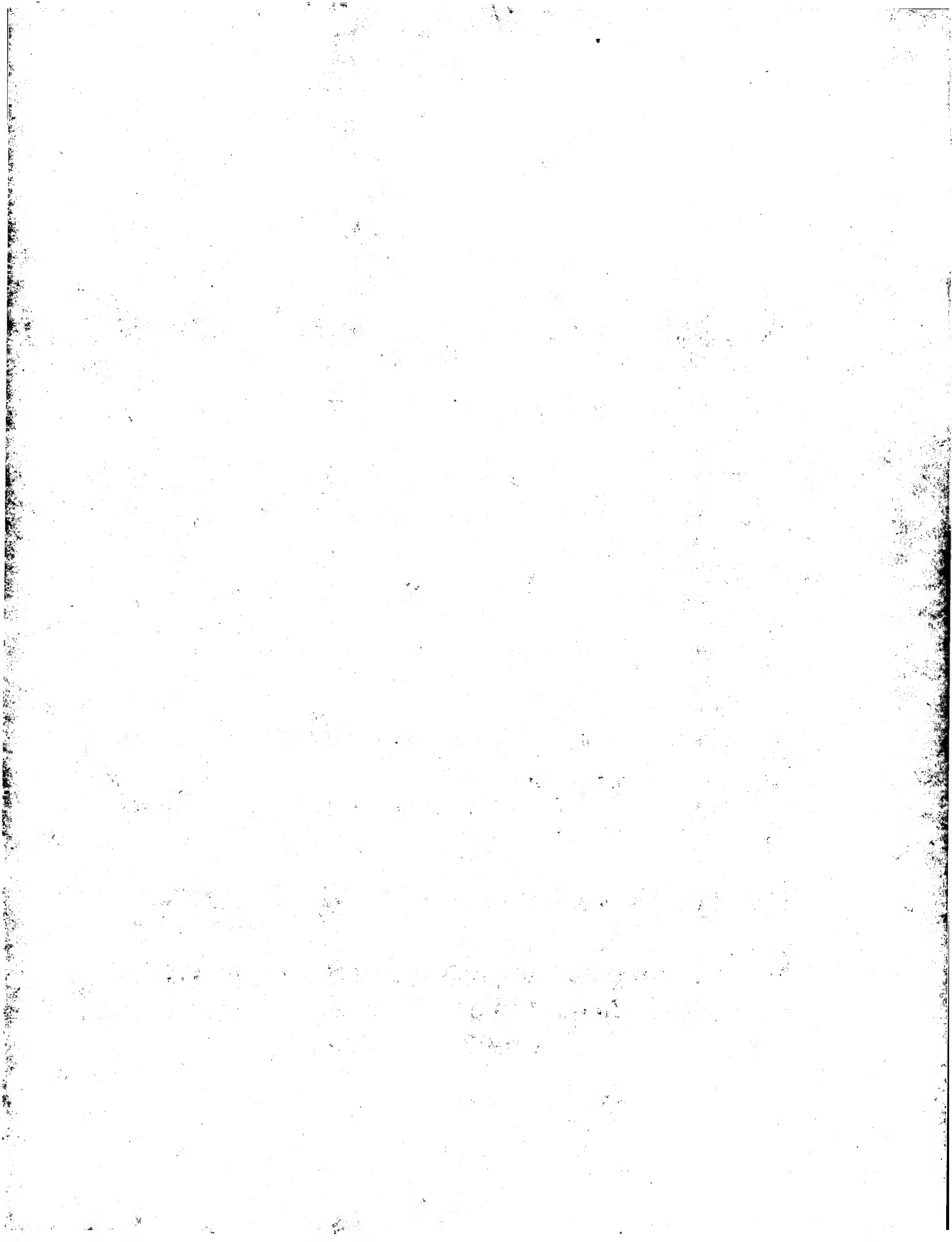
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60259580  
PUBLICATION DATE : 21-12-85

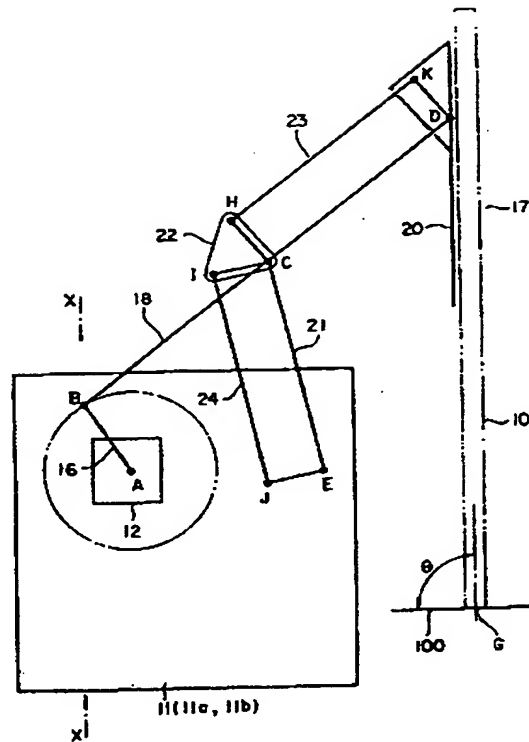
APPLICATION DATE : 06-06-84  
APPLICATION NUMBER : 59116247

APPLICANT : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL;

INVENTOR : TANIE KAZUO;

INT.CL. : B62D 57/02

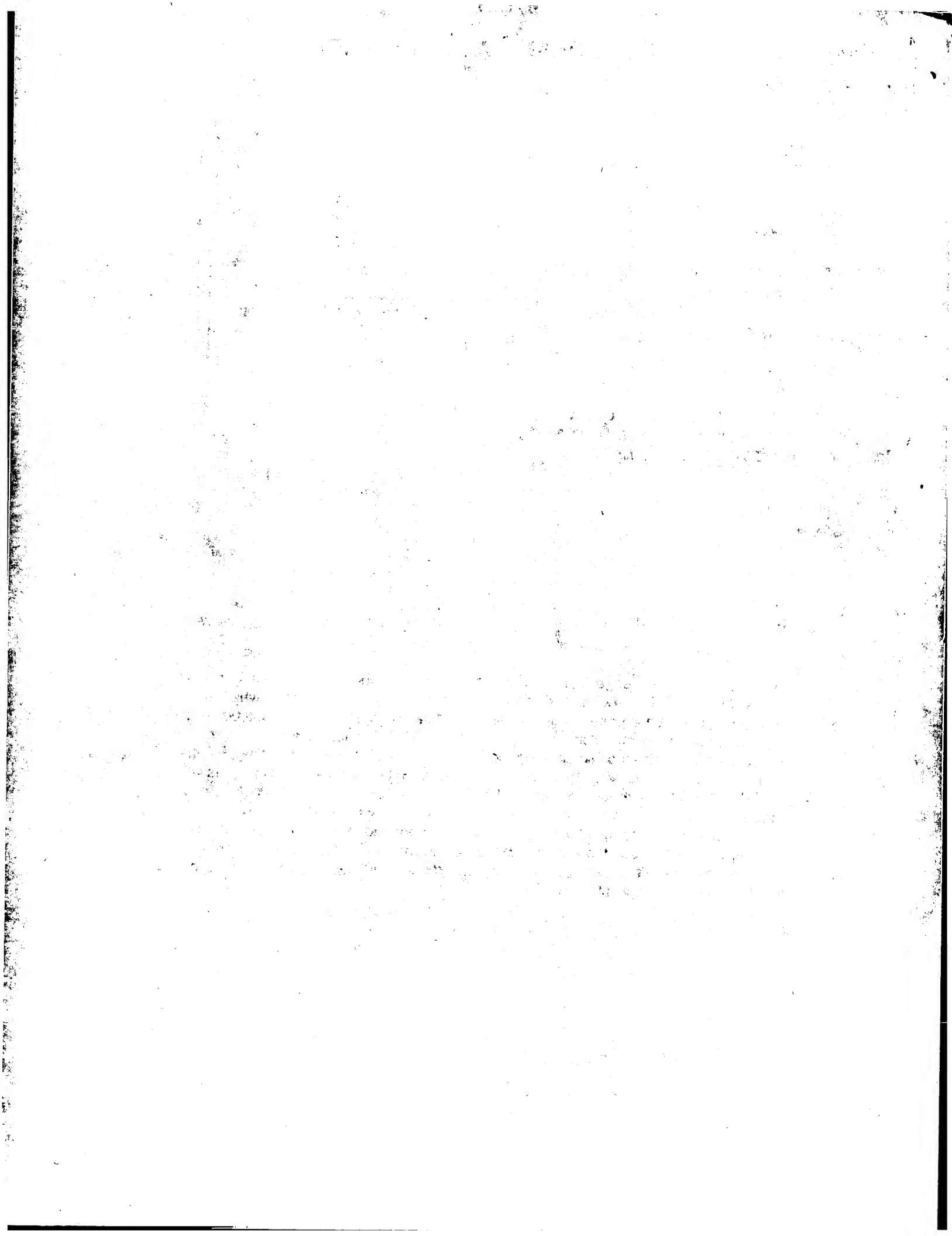
TITLE : FOOT UNIT LINK MECHANISM FOR MULTIFEET WALKING MACHINE FOR UNLEVELLED GROUND



**ABSTRACT :** PURPOSE: To constitute a small-sized foot unit simply and at low cost by constituting a 10-joint link mechanism only by attaching three links for one foot, thus securing the vertical posture of the foot, in the captioned unit link mechanism.

**CONSTITUTION:** One edge A of a driving-side link 16 is connected with the output shaft of a driving motor 12 for the advance and retreat in the longitudinal direction which is arranged onto the base board 11 of a multifeet walking machine, and a trailing-side link 18 is pivotally installed onto the other edge B of the link 16. The other edge of the trailing-side link 18 is axially supported D onto the guide frame 20 of the foot, and a link member 22 in nearly triangular form is pivotally supported C in the vicinity of the center point of the link 18. One edge of a trailing-side sublink 23 which is in parallel and has an equal length to the distance CD on the above-described link 18 is pivotally supported onto one point H of the link member 22, and the other edge is pivotally supported at K point onto the frame 20. Other two points C and I of the link member 22 are axially supported E, J rotatably onto the base board 11 through a supporting link 21 and a supporting-side sublink 24 which are parallel and have an equal length.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報(A) 昭60-259580

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
 B 62 D 57/02

識別記号 庁内整理番号  
 2123-3D

⑭ 公開 昭和60年(1985)12月21日

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 不整地対応型多足歩行機械の脚ユニットリンク機構

⑯ 特 願 昭59-116247

⑰ 出 願 昭59(1984)6月6日

⑱ 発 明 者 金 子 真 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

⑲ 発 明 者 阿 部 稔 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

⑳ 発 明 者 谷 江 和 雄 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉑ 出 願 人 工業技術院長

㉒ 指定代理人 工業技術院 機械技術研究所長

明 細 書

1. 発明の名称

不整地対応型多足歩行機械の脚ユニットリンク機構

2. 特許請求の範囲

多足歩行機械の脚ユニットリンク機構であって、多足歩行機械の基台にA点で回転可能に軸止され前記駆動機によって回転される駆動側リンクABと前記駆動側リンクに一端をB点で回転可能に軸止され他端はD点で前記足に回転可能に軸止された従動側リンクBDと一端で前記従動側リンクの中点近傍C点に回転可能に軸止し他端で前記基台のE点に回転可能に軸止した支持リンクCEと、前記C点に回転可能に軸止されたリンク部材と、前記従動側リンクBDの一部CDと等長でかつ平行をなし一端で前記リンク部材上の一点H点に回転可能に軸止され他端はK点で前記足に回転可能

に軸止された従動側リンクHKと、前記支持リンクCEと等長でかつ平行をなし一端で前記リンク部材上の一点I点に回転可能に軸止され他端はJ点で前記基台に回転可能に軸止された支持側リンクIJとで構成される10節リンク機構によって構成されたことを特徴とする不整地対応型多足歩行機械の脚ユニットリンク機構

3. 発明の詳細な説明

(イ) 発明の目的

[産業上の利用分野]

この発明は、乗用移動機械、貨物運搬機械等のリンク機構を用いた多足歩行機械、特に不整地の歩行に対応できる多足歩行機械の脚ユニットリンク機構に関するものである。

[従来の技術]

従来にもリンク機構を用いて動物の足と似た4本またはそれ以上の足を持つ機械に歩行動作を行なわせるようにしたロボット等の多足歩行機械は種々のものが開発されているが、一般的に歩行

動作がぎこちなく、安定性が悪いという欠点があり、特に足体の歩行動作に伴ってその足体に支持されている基台が上下、前後または左右に傾きもしくは振れ、基台上に物品を載置して運搬しようとする場合には、安定性及び安全性に欠けるといふ問題があり、それらの解決が望まれていた。

この点を解決するためにこの発明の発明者等は先に改良された多足歩行機械を提案した（昭和57年特許願第221538号、昭和58年特許願第156019号、昭和58年特許願第213061号、及び昭和59年第35684号等参照）。この新たに提案された多足歩行機械は、原動機を備えた基台と、その基台の左右両側に配備された前足、中足及び後足の合計6本の足を有し、前記それぞれの足は、前記基台に取付けられ前記原動機によって回転される駆動側リンクと前記駆動側リンクに一端を連結され他端は前記足に軸止めされた従動側リンクと前記従動側リンクの中点近傍と前記基台との間を連結した支持リンクとで構成するチェビシェフリンク機構によ

することによって足の垂直性を確保することができ、従って、脚ユニットの構成を簡単にし、構成部材の数が少なく、小型化が可能で、取付けスペースも少なくすみ、かつ安価で、エネルギー効率の高いものを提供することを目的とするものである。

#### （ロ）発明の構成

##### 【問題を解決するための手段】

この目的に対応して、この発明の不整地対応型多足歩行機械の足ユニットリンク機構は、多足歩行機械の脚ユニットリンク機構であって、多足歩行機械の基台にA点で回転可能に軸止され前記原動機によって回転される駆動側リンクABと前記駆動側リンクに一端をB点で回転可能に軸止され他端はD点で前記足に回転可能に軸止された従動側リンクBDと一端で前記従動側リンクの中点近傍C点に回転可能に軸止し他端で前記基台のE点に回転可能に軸止した支持リンクCEと、前記C点に回転可能に軸止されたリンク部材と、前記従動側リンクBDの一部CDと等長でかつ平行をな

#### 特開昭60-259580(2)

って駆動され、前記基台の片側の前足と後足及び反対側の中足を組みにし、その様な2組を交互に着地と空中運動（立脚相と遊脚相）とを繰返させて前後進させるように構成したものであって、多足歩行機械における制振性の単純化、高速化、高エネルギー効率化を実現した。

##### 【発明が解決しようとする問題点】

ところで、多足歩行機械においては、そのいずれの動作中においても各足が歩行面に対して垂直をなすことが望ましく、この足の垂直性を確保するために、前記の先に提案された発明の多足歩行機械では1脚について2個の4節チェビシェフリンク機構を足に対して軸対称に取組して使用しているが、必要な構成部材の数が多くなり、構造が複雑になり、かつ構成が大型化して、取付けスペースが大きくなるという問題があり、そのコンパクト化が望まれている。

この発明は以上のことき事情に鑑みてなされたものであって、多足歩行機械に使用する脚ユニットリンク機構において、少数のリンク部材を付加

し一端で前記リンク部材上の一点H点に回転可能に軸止され他端はK点で前記足に回転可能に軸止された従動側リンクHKと、前記支持リンクCEと等長でかつ平行をなし一端で前記リンク部材上の一点I点に回転可能に軸止され他端がJ点で前記基台に回転可能に軸止された支持側リンクIJとで構成される10節リンク機構によって構成されたことを特徴としている。

以下、これらの発明の詳細を一実施例を示す図面について説明する。

第2図はこの発明の多足歩行機械に用いられる周知の基本的なリンク機構（Chebyshevリンク）を示すもので、A点を基台1に軸止めされた比較的短い駆動側リンク2と、その他端のB点に連結された長さ $\overline{BD}$ なる従動側リンク3と、従動側リンク3の中点近傍Cと基台のE点の間に連結された支持リンク4から成り、例えば、各リンクの長さは大略的に下記のような関係にある。

$$\overline{BC} + \overline{CE} + \overline{CD} \approx 2.5 \overline{AB}$$

$$\overline{AE} \approx 2 \overline{AB}$$

特開昭60-259580(3)

この様なリンク機構において、駆動側リンク2を回転すれば、従動側リンク3のD点の描く軌跡は $a_1-b_1-c_1-d_1-a_1$ のような線となり、駆動側リンク2が $c-d-a$ 間の $180^\circ$ 以上のクランク回転角度を回転する間は、D点は $c_1-d_1-a_1$ のごとく擬似直線を描き、 $a-b-c$ 間を回転する間は $a_1-b_1-c_1$ の様な曲線Qを描く。

したがってD点に多足歩行機構の足が地面に垂直になるように連結すれば、擬似直線P部分では足先Gが擬似直線運動をし、その足を接地した静止の状態にすれば、その足を支持している基台が反作用として直線移動し、曲線Q部分では足を持上げた運動を行なわせることが可能である。前記の先に提案した発明はこの様な基本的4節リンク機構を使用して足の垂直性を保証し、二組の足を交互に接地させて基台に上下動や傾動のきわめて小さい連続的な歩行を行えるようにしたものである。

即ち、これを第3図につき説明すると、基台11の左右両側にそれぞれ前足 $F_1$ と $F_1'$ 、中足

$F_2$ と $F_2'$ 、及び後足 $F_3$ と $F_3'$ が配備され、この内の $F_1$ 、 $F_2'$ 及び $F_3$ が一方の組を成し、 $F_1'$ 、 $F_2$ 及び $F_3'$ が他方の組を成す。 $F_1$ と $F_2'$ 及び $F_3$ が着地している間は $F_1'$ と $F_2$ 及び $F_3'$ が引上げられ、その2組が交互に着地と上下運動を繰返して前進するようになっている。そしてその作動中、各足がいかなる位置にあっても、それら各足を地面に対して垂直に保つ必要があるのは前述の通りである。

今回の発明では上記各足の垂直性を確保するために脚ユニットリンク機構を次のように構成した。

第1図、第4図及び第5図において、11は基台である。基台11は上部基台11aと下部基台11bとから成っている。上部基台11aと下部基台11bとは互いに上下重なり合っており、かつ垂直な回転軸X-Xに関して相対回転変位可能に係合している。第3図に示す前足 $F_1$ 、中足 $F_2'$ 及び後足 $F_3$ は上部基台11aに配備されており、また前足 $F_1'$ 、中足 $F_2$ 及び後足 $F_3'$ は下部基台11bに配備されている。

上部基台11aと下部基台11bとが軸X-X

に関して相対回転変位することによって基台11の移動方向を制御する舵取りが行なわれる。各足はすべて同一のリンク機構で構成されるので、以下、一つの脚ユニットリンク機構につき説明する。

基台11には、原動機の一例としての前進・後退用駆動モータ12がA軸を駆動するように設備されている。なお、前進、後退駆動は一個のモータ出力をタイミングベルト、スプライン、ユニバーサルジョイント等を用いて伝達することができる。基台11の側面には駆動側リンク16の枢点Aが回転可能に軸止され、このリンク16の他端には従動側リンク18が回転可能に軸止され、従動側リンク18の他端は足17の案内フレーム20に回転可能に軸止し、案内フレーム20には第4図で後述するように足17の足部材10の先端が挿通されている。他方、従動側リンク18の中点近傍Cと基台11のE点との間には支持リンク21が連結されている。このようにA、B、C、Eを節点とするリンク機構は第2図に説明したA、B、C、Eを節点とするリンク機構と同一である。

したがって、駆動側リンク16が回転すると、従動側リンク18の先端の案内フレーム20に挿通支持された足部材10の上部支持点であるD点は地面に平行のまま、基台11が静止していると仮定すれば、第2図の擬似直線Pと曲線Qのような軌跡を描くことになり、反対に、足部材10が着地して地面とのなす角 $\theta$ を一定のまま静止しているとすれば擬似直線Pの過程では基台11の方が足部材10に対して相対的に前進することとなる。舵取りは上部基台11aと下部基台11bを回転軸X-Xに関して相対回転変位させて行う。この回転駆動にはモータ(図示せず)を使用し、また回転角度の検出には角度センサ(図示せず)を使用する。

ここで足部材の地面に対する角度を常に走行中に一定に保つため、点Dが画く軌跡を平行移動させた軌跡を画く機構を付加する必要がある。このための機構として、前述の通り、本発明者はこれまで同一のチェビシェフリンク機構を垂直軸に關し対称にする機構を発明しているが、本発明は平行

リンク機構の使用により、脚ユニットの大幅な単純化を図り、かつ脚ユニットと基台の取付け部分の幅を小さくすることを可能とするものである。

第1図はこの一例を示すもので、D、Kが平行運動を行なうのに必要なリンク機構は省略してある。これを図につき説明すると、前記C点にリンク部材22を回転可能に軸止し、その一点Hに従動側副リンク23を軸支する。従動側副リンク23は従動側リンク18の一部CD間と等長でかつ平行をなし、一端で前記リンク部材22上の一点Hに回転可能に軸止し、他端はK点で案内フレーム20に回転可能に軸止している。したがってリンクCD、CH、HK及びKDは平行四辺形リンク機構を構成する。この平行四辺形リンク機構は変形の両極端位置間のほぼ中間で矩形を呈するように調整しておくことが望ましい。

一方リンク部材22上の他の点Iに支持側副リンク24の一端を回転可能に軸止する。支持側副リンク24は支持リンク21と等長でかつ平行をなし、一端で前記リンク部材22上の一点Iに回

転可能に軸止し、他端はJ点で基台11に回転可能に軸止されている。したがってリンクCE、EJ、IJ、及びICはEJを固定リンクとする平行四辺形リンクを構成する。この平行四辺形リンク機構は変形の両極端位置間のほぼ中間で矩形を呈するように調整しておくことが望ましい。

この2つの平行四辺形リンク機構からなる平行運動機構によって案内フレーム20上の直線KDの傾きは、リンク機構がいかなる位置に変位しても、一定であり、案内フレーム20に支持される足部材10の向きを常に垂直方向に保つことができる。

案内フレーム20には足部材10に直線運動を与えるための回転運動-直線運動変換機構19とが設けられている。回転運動-直線運動変換機構19はピニオン30を有し、このピニオン30の回転軸37は案内フレーム20に支持されている。また足上下駆動用モータ47が基台11に取り付けられている。また足部材10にはラック32が形成されていて、このラック32はピニオン30

と噛合っている。足上下駆動用モータ47は、プーリー42、ベルト38、プーリー43、ベルト39、プーリー44、ベルト40、プーリー45、ウォーム33及びウォームホイール34を介してピニオン30と回転伝達関係にあり、プーリー42の輪を足上下駆動用モータ47で回転駆動すれば、その回転がピニオン30に伝達され、足部材10は上下動し、足17は伸縮する。こうして足の歩行動作と伸縮を独立に制御することができる。このことは昭和58年特許願第156019号でも示している。このようにして、脚の伸縮に必要な重量の大きなアクチュエータを運動する位置に設ける必要がなく、基台上に設けることができる。

このように構成された多足歩行機械における脚ユニットは、足上下駆動用モータ47が駆動されると、これと伝動関係にあるピニオン30が回転しラック32を介して足部材10を上下動させる。つまり、この足部材10の上下動によって、足部材の足先Gと基台11との連結点(ラック32と

ピニオン30の噛合い点)の距離が伸縮する。しかも足の上下駆動用動力伝達系にウォーム、ウォームホイールが入っているので自重はセルフロックされるため、自重支持のためのエネルギーは必要なくなる。また、この脚の伸縮によって、不整地において、足が凹部に接地する場合には脚を伸ばし、また、凸部に接地する場合には脚を縮めることによって、基台は上下動することなく、一定の高さを保つことができる。足先Gが接地したかどうかを検出するためには足先Gに取り付けた地面の接触センサと51によって行い、また、足部材10の繰り出し量は足の長さセンサ52によって行う。これらのセンサとしては市販のポテンシオメータを使用することができる。

以上の機構により本体の重心の上下動及びペイロードを支えるエネルギー消費が殆どなく、階段の登降も可能な多足歩行機械用脚ユニットリンク機構を備えた多足歩行機械を構えることができる。

特に重要な点として、この脚ユニットリンク機構では、脚の垂直性を確保するのに、1脚につき



特開昭60-259580 (5)

2図の4節リンク機構を必要とせず、リンク部材22、従動閉閉リンク23及び支持閉閉リンク24の3個のリンクを付加するだけで10節リンク機構を構成して、足の垂直性を確保することができ、例えば、この脚ユニットリンク機構の基台への取付けに要する幅はAEの範囲に納めることができ、従来の4節リンク機構を2個使用した場合の(1/2)となるなど、コンパクト化を実現し、かつ、構成部材を少なくして、軽量化、高エネルギー化を図ることができ、かつ安価となる。

4. 図面の簡単な説明

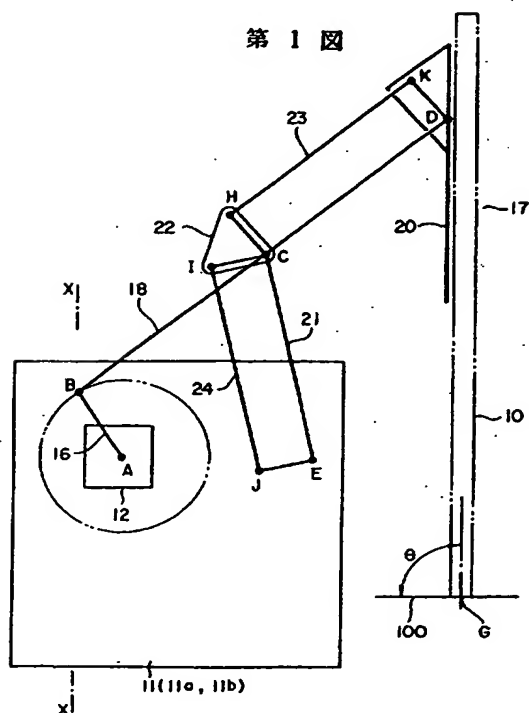
第1図は脚ユニットの基本的なリンク機構を示す線図、第2図は多足歩行機械に用いられる基本的なリンク機構を示す線図、第3図はこの発明に係わる多足歩行機械の基台と足部材の位置関係を示す平面図、第4図は脚ユニットを示す説明図、及び第5図はこの発明の多足歩行機械を示す側面図である。

10…足部材 11…基台 11a…上部基台 11b…下部基台 12…前進・後退用駆動モータ A…軸 16…駆動閉閉リンク 17…足 18…従動閉閉リンク 19…回転運動→直線運動変換機構 20…案内フレーム 21…支持リンク 22…リンク部材 23…従動閉閉リンク 24…支持閉閉リンク 30…ピニオン 32…ラック 37…回転軸 47…足上下駆動用モータ 50…角度センサ 51…地面の接触センサ 52…足の長さセンサ

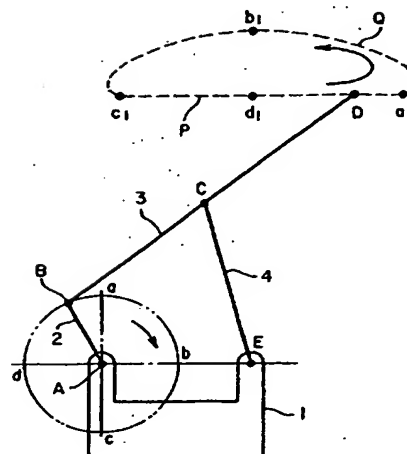
用定代理人 工業技術院機械技術研究所 金井実



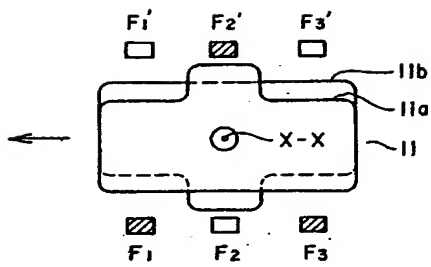
第1図



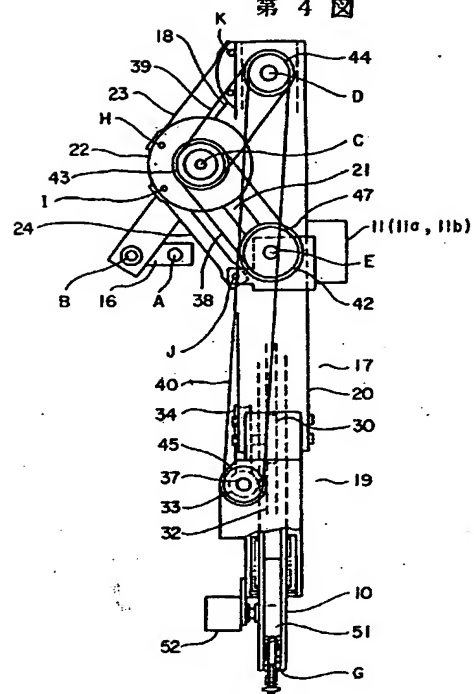
第2図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

